

SKRIPSI

PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN PROSES  
MICRO BUBBLE GENERATOR



Oleh :

REZA SURYA NUGRAHA  
1052010007

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2014

# PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN PROSES MICRO BUBBLE GENERATOR

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)  
Program Studi Teknik Lingkungan.

Oleh :

REZA SURYA NUGRAHA  
1052010007

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM  
SURABAYA  
2014

# PENGOLAHAN AIR TANAH DENGAN PROSES MICRO BUBBLE GENERATOR

oleh :

**REZA SURYA NUGRAHA**  
1052010007

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Pada Tanggal : .....2014

Pembimbing I

Penguji I

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.  
NIP. 19620501 198803 1 00 1

Ir. Putu Wesen, MS.  
NIP. 19520920 198303 1 00 1

Penguji II

Pembimbing II

Dr. Ir. Munawar Ali, MT.  
NIP. 19600401 198803 1 00 1

Penguji III

Firra Rosariawari, ST. MT  
NPT. 3 7504 04 0196 1

Okik Hendriyanto C., ST. MT.  
NPT. 3 7507 99 0172 1

Mengetahui,  
Dekan Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan  
UPN “Veteran” Jawa Timur

Ir. Naniek Ratni Juliardi AR., M. Kes.  
NIP. 19590729 198603 2 00 1

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur, Atas Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengolahan Air Tanah Dengan Proses Micro Bubble Generator.

Adapun tujuan penyusunan skripsi ini adalah sebagai tanggung jawab untuk memberikan hasil setelah secara langsung melakukan penelitian serta sebagai salah satu usaha memenuhi salah satu syarat penting kelulusan mahasiswa strata satu Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Selama menyelesaikan tugas ini, saya telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Naniek Ratni J.A.R., Mkes. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Munawar Ali, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
3. Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang selalu memberi waktu dan kesempatan untuk membimbing saya.
4. Firra Rosariawari, ST.MT selaku Dosen Pembimbing II yang membimbing saya di dalam menjalankan penelitian.
5. Teruntuk orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan di setiap waktu.
6. Bapak Afan yang telah membuatkan alat untuk penelitian yang saya lakukan.
7. Teman – teman mahasiswa Teknik Lingkungan yang telah memberi semangat dan dukungan.
8. Dosen Penguji yang telah banyak memberikan masukan dan tambahan.
9. Sahabat dan teman-teman yang selalu membantu dalam proses penelitian di laboratorium riset.
10. Kepada seluruh pihak yang telah membantu saya ucapkan terimakasih.

Kepada para pembaca, kritik dan sarannya yang membangun akan kami terima demi perbaikan penulisan seperti kata pepatah tiada gading yang tak retak dan saya masih sangat menyadari bahwa tugas skripsi saya ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Akhir kata, kami sampaikan terima kasih dan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila di dalam penyusunan laporan ini terdapat kata-kata yang kurang berkenan atau kurang dipahami oleh para pembaca.

Surabaya, 9 Oktober 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi .....	iii
Daftar Tabel .....	v
Daftar Gambar .....	vi
Intisari .....	vii
Abstract .....	viii
<b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan Penelitian .....	2
I.4 Manfaat Penelitian .....	2
I.5 Ruang Lingkup .....	2
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
II.1 Tinjauan Umum .....	4
II.1.1 Aerasi.....	9
II.1.2 Oksigen Terlarut/dissolved oxygen (DO) .....	14
II.1.3 Besi/Ferrum (Fe).....	15
II.1.4 Mangan/manganese (Mn) .....	16
II.2 Landasan Teori .....	17
II.2.1 Micro Bubble Generator (Spherical Ball) .....	17
II.2.2 Prinsip Kerja Micro Bubble Generator Metode Spherical Ball .....	17
II.2.3 Teori Mekanika Fluida .....	19
<b>BAB III    METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
III.1. Kerangka Penelitian .....	23
III.2. Bahan dan Peralatan .....	24

III.3. Cara Kerja .....	26
III.4. Variabel .....	26
III.5. Analisis .....	27
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	 28
IV.1. Hasil Penelitian .....	28
IV.2. Pembahasan .....	32
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	 35
V.1 Kesimpulan .....	35
V.2 Saran .....	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ion-ion yang terdapat di perairan .....	5
Tabel 2.2 Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990..	7
Tabel 2.3 Konsentrasi Oksigen Terlarut Jenuh Pada Tekanan 760mmHg.....	11
Tabel 2.4 Tekanan Uap Air Yang Berkontak Dengan Udara .....	12
Tabel 4.1 Pengaruh Rasio Debit Air Dengan Tekanan Udara Terhadap Peningkatan Oksigen Terlarut .....	29
Tabel 4.2 Nilai Kandungan Besi (Fe) Setelah Proses Aerasi Terbaik .....	31
Tabel 4.3 Nilai Kandungan Mangan (Mn) Setelah Proses Aerasi Terbaik .....	32



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Micro Bubble Generator Type Spherical Ball .....	18
Gambar 2.2 a) Aliran Pipa .....	19
b) Aliran Kanal-Terbuka.....	19
Gambar 2.3 Ilustrasi Jenis Aliran .....	20
Gambar 2.4 Grafik Tekanan Pengukuran Dan Tekanan Mutlak.....	22
Gambar 3.1 Bagan Kerangka Penelitian .....	23
Gambar 3.2 Bagan Alur Percobaan.....	24
Gambar 3.3 Mekanisme Proses Aerasi .....	25
Gambar 3.4. Detail Micro Bubble Generator Type Spherical Ball .....	25
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Variabel Dengan Respon Berbagai Variabel .....	30
Gambar 4.2 Grafik Nilai Penurunan Kandungan Besi (Fe) Pada Air Sumur ..	31

## INTISARI

Air sumur yang berlokasi di Perumahan Sedati Agung Sidoarjo, menjadi media untuk proses penambahan oksigen terlarut dengan proses aerasi. Proses aerasi menggunakan micro bubble generator yang menghasilkan gelembung-gelembung kecil yang akan efektif dalam proses injeksi udara. Hasil dari penambahan oksigen pada air sumur diujikan untuk mengetahui persentase (%) penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) dari pengolahan dengan variasi waktu sampling.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bak kontak berbentuk balok, suplay air dari pompa air dengan suction head 9 meter dan discharge head 24 meter dan total head 33 meter dengan 220 volt/50hz/1HP dan 2850 RPM. Sedangkan suplay injeksi udara menggunakan kompresor yang mempunyai volume 7 liter dan 220 volt/0,75HP/2850 RPM. Dengan variasi waktu sampling dari 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Kemudian alat ukur oksigen terlarut menggunakan DO meter dan hasil terbaik selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk diketahui penurunan dari masing-masing perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah oksigen terlarut naik dari sampel awal sampai waktu sampling akhir. Lama waktu efektif yang terbaik untuk menaikkan jumlah oksigen terlarut pada waktu sampling 5 menit sampai 15 menit. Sedangkan pada waktu sampling 20 menit sampai dengan 90 menit adalah titik jenuh dari proses aerasi dengan menggunakan micro bubble generator.

Kata Kunci : Air sumur, Micro Bubble Generator, injeksi udara, waktu sampling

## ABSTRACT

Water wells are located in the Housing Sedati Agung Sidoarjo, a media to the process of adding dissolved oxygen to the aeration process. Aeration process using micro bubble generator that produces small bubbles that will be effective in the air injection process. The results of the addition of oxygen in the water wells tested to determine the percentage (%) decrease in iron (Fe) and manganese (Mn) of the processing time of sampling variation.

Research was conducted by using a tub-shaped box beams, the supply of water from the water pump with a suction head of 9 meters and 24 meters discharge head and total head of 33 meters with 220 volt/50hz/1HP and 2850 RPM. While the supply of air injection using a compressor that has a volume of 7 liters and 220 volts / 0.75 HP/2850 RPM. With the variation of the sampling time of 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes. Then the dissolved oxygen measuring devices using the DO meter and the best results were then analyzed in the laboratory to note the decline of each treatment.

The results showed that the amount of dissolved oxygen increased from the initial sample to the end of the sampling period. The length of time that is best effective to increase the amount of dissolved oxygen at the sampling time 5 minutes to 15 minutes. While the sampling time 20 minutes to 90 minutes is the saturation point of the aeration process using micro bubble generator.

Keywords: Water wells, Micro Bubble Generator, air injection, sampling time

## BAB I PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Air adalah salah satu komponen utama penunjang kehidupan seluruh makhluk hidup. Pencemaran dan penurunan kualitas air karena peningkatan aktivitas manusia akan berdampak membahayakan kelangsungan hidup berbagai jenis biota air dan akan mengancam kehidupan manusia.

Sering dijumpai masalah bahwa kualitas air, khususnya air tanah yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air minum. Air tanah sering mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang cukup besar. Kandungan Fe dan Mn dalam air menyebabkan warna air menjadi kuning kecoklatan dan menimbulkan bau yang kurang enak.

Salah satu metode untuk memperbaiki kualitas air adalah dengan meningkatkan kadar oksigen dalam air. Micro Bubble Generator (MBG) jenis Spherical Ball adalah salah satu alat yang mampu melarutkan oksigen kedalam air melalui gelembung-gelembung udara ukuran mikro yang dihasilkannya.

Dari variabel yang dilakukan oleh Michio Sadatomi dkk. dihasilkan besar gelembung 0,49mm dengan debit udara masuk 0,98lt/min dan besar gelembung 0,12mm saat debit udara masuk 0,24lt/min. Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa air dimasukkan ke dalam pipa inlet dengan memberikan tekanan pada air, kemudian memberikan tekanan udara ke dalam pipa tersebut. Dari penelitian ini dapat ditentukan persamaan kekekalan massa dan energi. Bahwa kecepatan air di pipa outlet harus lebih besar daripada kecepatan air di pipa inlet. Sedangkan untuk udara, jika tekanan kurang dari tekanan atmosfer maka udara akan otomatis tersedot kedalam aliran air. Pada penelitian kedua yang dilakukan oleh Takahiro Arakawa dkk. maka dapat disimpulkan bahwa sistem generator micro bubble secara kontinyu dapat mencampur dan mengefisiensikan reaksi dengan cepat untuk mencapai peningkatan kinerja dalam sistem mikrofluida. Diameter gelembung berkisar antara 110 $\mu$ m sampai 220 $\mu$ m. Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan oleh Ronnie Mathew dan Murali M. Sundaram maka dapat

dijelaskan bahwa generator micro bubble yang akurat dan tepat sangat penting untuk micromachining. Dalam penelitian ini, model mathematical telah dikembangkan untuk memprediksi diameter alat micro bubble generator yang dibuat. Dan dapat dibandingkan juga pada aerasi konvensional yaitu dengan cara Spray Aerator dapat menghasilkan gelembung berdiameter 15-30mm. Maka alat Micro Bubble Generator (MBG) akan digunakan untuk meremoval besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sumur.

Dalam penelitian ini, kecepatan liquid harus selaras dengan kecepatan gas untuk menghasilkan gelembung-gelombang kecil. Untuk dapat menciptakan gelembung yang baik dapat dilakukan dengan pengaturan debit menggunakan valve, sedangkan pengaturan tekanan udara dapat diatur melalui pengaturan kompresor.

#### I.2. Rumusan Masalah

Apakah alat Micro Bubble Generator (MBG) efektif untuk meningkatkan koefisien perpindahan massa oksigen.

#### I.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui Micro Bubble Generator (MBG) tipe Spherical Ball untuk meningkatkan oksigen terlarut.
2. Menurunkan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah.

#### I.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukan penelitian ini adalah :

1. Micro Bubble Generator ini dapat menjadi alternatif proses aerasi yang lebih efektif daripada proses aerasi yang telah ada.
2. Menjadi metode alternatif dalam penurunan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah.

#### I.5. Ruang Lingkup

Untuk membatasi agar dalam penelitian masalah nantinya tidak menyimpang dari ruang lingkup yang ditentukan, maka akan ditetapkan:

1. Penelitian dilakukan di laboratorium riset jurusan teknik lingkungan fakultas teknik sipil dan perencanaan UPN “Veteran” JATIM
2. Sampel yang digunakan berupa air sumur yang didapatkan di daerah Sedati Agung Juanda.
3. Melakukan penelitian untuk mengetahui jumlah peningkatan oksigen terlarut dan penurunan parameter besi (Fe) dan mangan (Mn).
4. Hasil analisa oksigen terlarut dilakukan di laboratorium riset jurusan teknik lingkungan fakultas teknik sipil dan perencanaan UPN “Veteran” JATIM dan hasil analisa besi (Fe) dan mangan (Mn) dilakukan di Balai Riset Dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Surabaya.